

VISIBLE LIGHT SEMICONDUCTOR LASER AND MANUFACTURE THEREOF

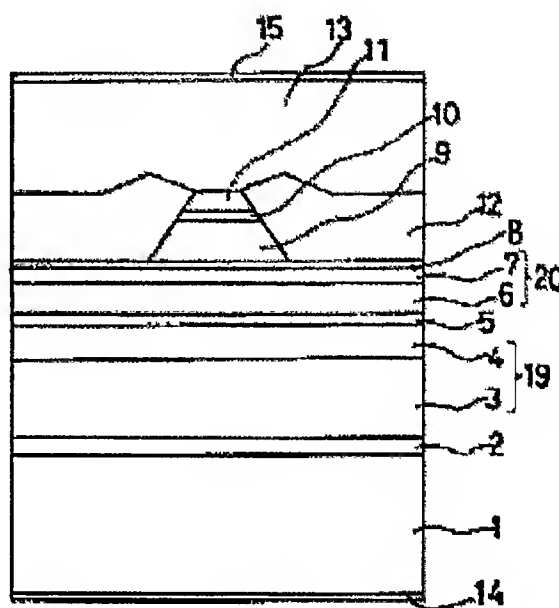
Publication number: JP5075210
Publication date: 1993-03-26
Inventor: KONNO NOBUAKI
Applicant: MITSUBISHI ELECTRIC CORP
Classification:
- international: *H01S5/00; H01S5/00; (IPC1-7): H01S3/18*
- European:
Application number: JP19910263277 19910912
Priority number(s): JP19910263277 19910912

Report a data error here

Abstract of JP5075210

PURPOSE: To obtain a visible light semiconductor laser able to improve the current injection efficiency to an active layer while allowing low threshold value, high output and high reliability (long life).

CONSTITUTION: In a double heterostructure having a GaInP active layer 5 sandwiched between p-type and n-type AlGaInP clad layers 19, 20, atomic arrangement of crystals of aforesaid p-type and n-type clad layers 4, 6 near the active layer is gradually put in order toward the active layer.



Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

*** NOTICES ***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]Visible optical semiconductor laser, wherein the above-mentioned p type near [above-mentioned] the active layer and atomic arrangement of a n type clad layer are carrying out ordering gradually toward an active layer in visible optical semiconductor laser which has the double hetero structure which sandwiched the upper and lower sides of a GaInP active layer by an AlGaInP clad layer of a p type and a n type.

[Claim 2]The 1st AlGaInP clad layer of the 1st conductivity type.

this -- a GaInP active layer provided on the 1st cladding layer.

Double hetero structure which consists of the 2nd AlGaInP clad layer of the 2nd conductivity type formed on this active layer.

Are a manufacturing method of visible optical semiconductor laser provided with the above, and turn the above-mentioned neighborhood of an active layer of the 1st cladding layer of the above to the above-mentioned active layer side, and gradually, reduce growing temperature and crystal growth is carried out, From the above-mentioned active layer side, growing temperature is raised gradually and crystal growth of the above-mentioned neighborhood of an active layer of the 2nd cladding layer of the above is carried out.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] About visible optical semiconductor laser, especially this invention can improve the current injection efficiency to an active layer, and relates to visible optical semiconductor laser which can be oscillated by high power, and a manufacturing method for the same.

[0002]

[Description of the Prior Art] drawing 6 (a). By M. Ishikawa and others [for example,]. "InGaAlP transverse stubbies RAIZUDO . visible one Laser Daiohs Fabry KEITEDDO . By MOCVD. Selective growth" ("InGaAlP Transverse Stabilized Visible Laser Diodes Fabricated by MOCVD Selective Growth", M. Ishikawa,) Y. Ohba, Y. Watanabe, H. Nagasaka, H. Sugawara, Extended Abstracts of the 18th Conference on Solid State Device and It is a sectional view showing the conventional visible optical semiconductor laser shown in Materials, Tokyo, 1986, and pp153-156, In a figure, 1 a n type GaAs substrate and 2 a n type GaAs buffer layer and 16 A n type AlInP lower clad layer, As for the n type GaAs block layer which formed the p type AlInP upper clad layer for which 17 formed the GaInP active layer in stripe shape, and 18 formed the ridge in it, and 10 by p type GaAs layer, and 12 formed with selective growth, and 13, n lateral electrode and 15 are p lateral electrodes a p type GaAs contact layer and 14.

[0003] Next, operation is explained. When the forward bias voltage of pn junction is impressed between the n type GaAs substrate 1 and the contact layer 13, current is strangulated by the block layer 12 and poured in from the ridge part formed in stripe shape to the active layer 17. These poured-in carriers are shut up by the hetero-junction in the active layer 17, are recombined and emit light. Refractive index difference arises to the horizontal direction in the active layer 17 by the absorption of light and the current stricture of the block layer 12, and the breadth of a lateral light is restricted. The light guided by such waveguide results in laser oscillation with the Fabry-Perot (Fabry-Perot) type resonator constituted by the cleavage end face vertical to the depth direction of the ridge of stripe shape which counters.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] From it being required to constitute the conventional visible optical semiconductor laser as mentioned above, and to double a grating constant between an active layer and an up-and-down cladding layer. Between an active layer and cladding layers is drawing 6 (b). Since it had become a step form hetero-junction so that it might be shown, there were problems, like the efficiency of current injection is bad.

[0005] In the semiconductor laser of an AlGaAs system, change the Al composition ratio of an AlGaAs cladding layer gradually, and forbidden-band width is controlled as an active layer is approached, the cladding layer near the active layer — a pickpocket — punishment — there are some which raise the efficiency of current injection by having composition which has a band gap of **. Since this had a very small change of the grating constant according [AlGaAs] to Al composition ratio, it was easily realizable, but since the change of the grating constant by Al composition ratio of AlGaInP was large, the improve efficiency of the current injection by an above-mentioned structure was difficult to realize.

[0006]While this invention was made in order to cancel the above problems, and it can improve the efficiency of the current injection to an active layer, It aims at obtaining the reduction in a threshold, and the visible optical semiconductor laser which can be high-reliability-ized [a high increase in power and] (reinforcement), and aims at providing the manufacturing method which was further suitable for this laser.

[0007]

[Means for Solving the Problem]In what has the double hetero structure which sandwiched the upper and lower sides of a GaInP active layer by p type and a n type AlGaInP clad layer, atomic arrangement of the above-mentioned p type near the active layer and a crystal of a n type clad layer is carrying out ordering of the visible optical semiconductor laser concerning this invention gradually toward an active layer.

[0008]A manufacturing method of visible optical semiconductor laser concerning this invention, the 1st AlGaInP clad layer of the 1st conductivity type — this — with a GaInP active layer provided on the 1st cladding layer. When forming double hetero structure which consists of the 2nd AlGaInP clad layer of the 2nd conductivity type formed on this active layer, The above-mentioned neighborhood of an active layer of the 1st cladding layer of the above is turned to the above-mentioned active layer side, growing temperature is reduced gradually, and crystal growth is carried out, and from the above-mentioned active layer side, growing temperature is raised gradually and it is made to carry out crystal growth of the above-mentioned neighborhood of an active layer of the 2nd cladding layer of the above.

[0009]

[Function]Since the visible optical semiconductor laser in this invention was considered as the composition in which the atomic arrangement of the p type near the GaInP active layer and the crystal of a n type clad layer is carrying out ordering gradually toward the active layer, the pickpocket in whom band gap structure [/ near the active layer of a cladding layer] became depressed gradually toward the active layer — punishment — it becomes **, and it can improve and-izing of the current injection efficiency to an active layer can be carried out [a low threshold].

[0010]The manufacturing method of the visible optical semiconductor laser in this invention, Turn the neighborhood of an active layer of the cladding layer of the active layer bottom to the active layer side, and gradually, reduce growing temperature and crystal growth is carried out, Since growing temperature is raised gradually and it was made to carry out crystal growth of the neighborhood of an active layer of the cladding layer of the active layer upper part from the active layer side, the pickpocket in whom the band gap structure [/ near the active layer of a cladding layer] in which the atomic arrangement of the crystal of the cladding layer near the active layer carried out ordering gradually toward the active layer became depressed gradually toward the active layer — punishment — the current injection efficiency which is ** is high, and the visible optical semiconductor laser of a low threshold can be produced. Since the growing temperature near the active layer is low, diffusion of the dopant to the active layer from a cladding layer decreases, and a reliable semiconductor laser can be produced.

[0011]

[Example]Hereafter, one example of this invention is described about a figure. Drawing 1 is a sectional view showing the visible optical semiconductor laser by one example of this invention, in a figure, 1 is a n type GaAs substrate and 2 is a n type GaAs buffer layer. It is the n type AlGaInP layer about 1 micrometer thick 3 grew up to be at the same temperature, and a n type AlGaInP layer with a thickness of about 0.2 micrometer of the same presentation as the n type AlGaInP layer 3 which 4 reduced growing temperature gradually and grew, and the 1st cladding layer 19 comprises a layer of these 3 and 4. 5 is a GaInP active layer about 0.05 micrometer thick. It is a p type AlGaInP layer with a thickness of about 0.2 micrometer which 6 raised growing temperature gradually and grew, and a p type AlGaInP layer of the presentation as 6 [grown-up at the same temperature] with 7 [same], and the 2nd cladding layer 20 comprises a layer of these 6 and 7. The p type GaInP etching stopper layer 8 grew up to be at the same temperature as the p type AlGaInP layer 7, and 9 are the 3rd cladding layer grown-up at the same temperature as the p type AlGaInP layer 7 of p type AlGaInP. As for the n type GaAs

block layer which 11 formed 10 by the p type GaInP band discontinuous mitigation layer, formed it by p type GaAs layer, and 12 formed with selective growth, and 13, n lateral electrode and 15 are p lateral electrodes a p type GaAs contact layer and 14.

[0012]Next, a manufacturing process is explained. first, On the n type GaAs substrate 1, n type GaAs buffer layer 2, the 1st cladding layer 19 of n type AlGaInP, GaInP active layer 5, the 2nd cladding layer 20 of p type AlGaInP, the p type GaInP etching stopper layer 8, the 3rd cladding layer 9 of p type AlGaInP, the p type GaInP layer 10, And crystal growth of the p type GaAs layer 11 is carried out one by one by vapor phase growth or MBE techniques, such as the MOCVD method.

[0013]Drawing 3 is a figure showing the growing temperature sequence at the time of the crystal growth of n type GaAs buffer layer 2 – the p type GaAs layer 11, and in the figure, time is taken along a horizontal axis and it has taken temperature along the vertical axis. Continuously n type GaAs buffer layer 2 at the same temperature with the growing temperature of 700 ** First, portions other than near the active layer of the 1st cladding layer 19 of n type AlGaInP, [grow up and] That is, the n type AlGaInP layer 3 is grown up, and crystal growth of the active layer near part 4 of the 1st cladding layer 19 of n type AlGaInP, i.e., the n type AlGaInP layer, is carried out, reducing growing temperature at 650 ** gradually from 700 ** after this. Atomic arrangement carries out ordering of AlGaInP or the GaInP by carrying out crystal growth at low temperature, and as this shows drawing 2, forbidden–band width becomes small. In the time of carrying out crystal growth to the time of carrying out crystal growth at 700 ** at 650 **, as shown in drawing 2, the difference of the forbidden–band width of 50meV arises. Therefore, the band gap of the active layer near part of the 1st cladding layer 19 of n type AlGaInP is formed by carrying out crystal growth with the profile which becomes small gradually toward an active layer, reducing growing temperature gradually as mentioned above.

[0014]After growing up GaInP active layer 5 with the growing temperature of 650 ** following the 1st cladding layer 19 of n type AlGaInP, shortly, Raising growing temperature gradually from 650 ** to 700 ** The active layer near part of the 2nd cladding layer 20 of p type AlGaInP, That is, crystal growth of the p type AlGaInP layer 6 is carried out, and it grows up with the growing temperature of 700 **, the portions 7, i.e., a p type AlGaInP layer, other than near the active layer of the 2nd cladding layer 20 of p type AlGaInP. Following this, at the same temperature, crystal growth of the p type GaInP etching stopper layer 8, the 3rd cladding layer 9 of p type AlGaInP, the p type GaInP layer 10, and the p type GaAs layer 11 is carried out, and it ends like 1st epitaxial growth Takumi. By carrying out crystal growth, the band gap of the active layer near part of the 1st cladding layer 20 of p type AlGaInP is formed with the profile which becomes large gradually from the active layer side, raising growing temperature gradually as mentioned above.

[0015]Then, the 3rd cladding layer 9 of p type AlGaInP, the p type GaInP layer 10, and the p type GaAs layer 11 are fabricated to ridge shape using phototype process and selective etching technique, It sets like 2nd epitaxial growth Takumi, selective growth of the n type GaAs block layer 12 is carried out, and crystal growth of the p type GaAs contact layer is carried out like 3rd epitaxial growth Takumi after this. Finally the n lateral electrode 14 and the p lateral electrode 15 are formed by vacuum evaporation etc., and the visible optical semiconductor laser shown in drawing 1 through the end face formation process by cleavage is completed.

[0016]Next, operation is explained. The movement mechanism is the same as that of the conventional visible optical semiconductor laser almost. By growing up by a growing temperature sequence as shows drawing 3 the cladding layer of the upper and lower sides which sandwich an active layer by this example, rubbing, as by having carried out ordering of the atomic arrangement of the crystal of the cladding layer in an active layer near part, so that it was close to the active layer shows to drawing 4 — punishment — the profile of the forbidden–band width of ** is obtained, and the efficiency of the current injection to an active layer improves and forms a low threshold. a cladding layer — such a pickpocket — punishment — since light closes, eye ** becomes weaker and the light density in an active layer is reduced by considering it as the profile of the forbidden–band width of **, it can make high–powered.

[0017]Since the circumference of an active layer grows at low temperature comparatively,

diffusion of the dopant to the active layer from a cladding layer is reduced, deterioration of the quality of an active layer is controlled, and it can produce reliable visible optical semiconductor laser.

[0018] Since the layer which was excellent in crystallinity with few defects since a n type GaAs buffer layer and cladding layers other than near the active layer were grown up by relatively high temperature is obtained, reliable visible optical semiconductor laser is producible.

[0019] In the above-mentioned example, although the thing of ridge type visible optical semiconductor laser was shown, this invention can be applied also to electrode-stripes type laser, as shown in drawing 5, and does so the same effect as the above-mentioned example.

[0020] Although the above-mentioned example showed what used the n type GaAs substrate, a p type GaAs substrate may be used and the conduction type of an up-and-down cladding layer becomes reverse in this case.

[0021]

[Effect of the Invention] As mentioned above, since it had composition in which the atomic arrangement of the p type near the GaInP active layer and the crystal of a n type clad layer is carrying out ordering gradually toward the active layer according to this invention, the pickpocket in whom band gap structure [/ near the active layer of a cladding layer] became depressed gradually toward the active layer — punishment — it becomes **, the current injection efficiency to an active layer can be improved, and there are reduction in a threshold and an effect which can be made high-powered.

[0022] According to this invention, turn the neighborhood of an active layer of the cladding layer of the active layer bottom to the active layer side, and gradually, reduce growing temperature and crystal growth is carried out, Since growing temperature is raised gradually and it was made to carry out crystal growth of the neighborhood of an active layer of the cladding layer of the active layer upper part from the active layer side, . The atomic arrangement of the crystal of the cladding layer near the active layer carried out ordering gradually toward the active layer. the pickpocket in whom band gap structure [/ near the active layer of a cladding layer] became depressed gradually toward the active layer — punishment — it is **. Current injection efficiency can be high, and the visible optical semiconductor laser of a low threshold can be produced, and the growing temperature of the circumference of an active layer can be grown up low, and in other fields, since it can grow up at an elevated temperature, there is an effect which can produce a reliable semiconductor laser.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1]It is a sectional view showing the visible optical semiconductor laser by one example by this invention.

[Drawing 2]It is a figure showing the crystal growth temperature of AlGaInP and GaInP, and the relation of forbidden-band width.

[Drawing 3]It is a figure showing an example of the growing temperature sequence of crystal growth ***** in manufacture of the visible optical semiconductor laser by one example of this invention.

[Drawing 4]It is a figure showing the profile of the forbidden-band width near the active layer of the visible optical semiconductor laser by one example of this invention.

[Drawing 5]It is a sectional view showing the visible optical semiconductor laser by other examples of this invention.

[Drawing 6]It is a figure showing the profile of the conventional visible optical semiconductor laser and the forbidden-band width near [the] the active layer.

[Description of Notations]

1 N type GaAs substrate

2 N type GaAs buffer layer

3 N type AlGaInP layer

4 The n type AlGaInP layer which reduced growing temperature gradually and formed it

5 GaInP active layer

6 The p type AlGaInP layer which raised growing temperature gradually and formed it

7 P type AlGaInP layer

9 The 3rd cladding layer of p type AlGaInP

19 The 1st cladding layer

20 The 2nd cladding layer

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

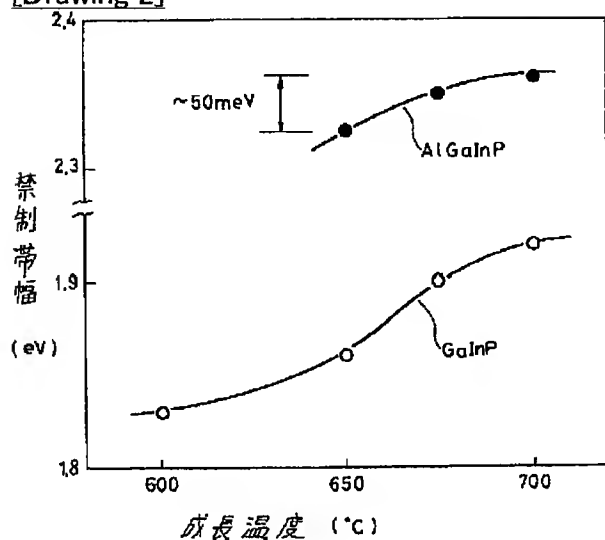
1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.*** shows the word which can not be translated.

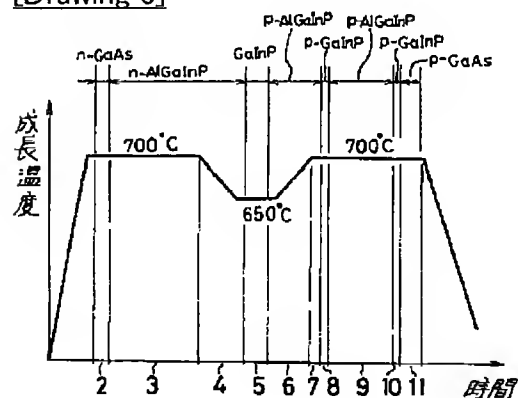
3.In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

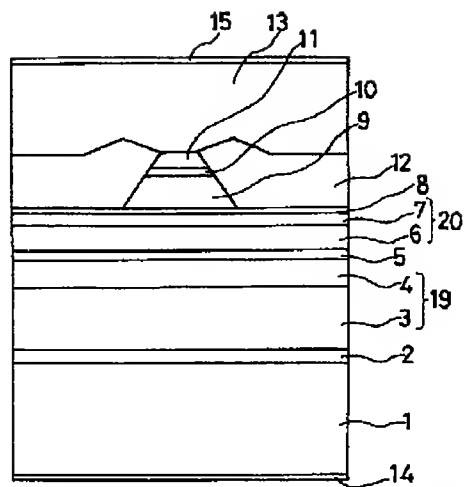
[Drawing 2]



[Drawing 3]

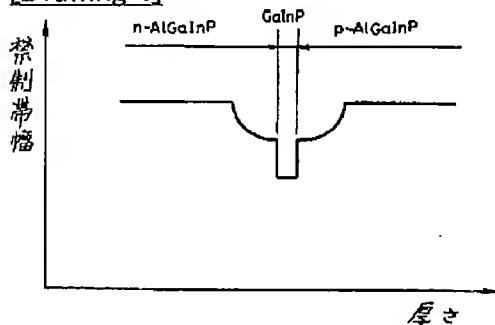


[Drawing 1]

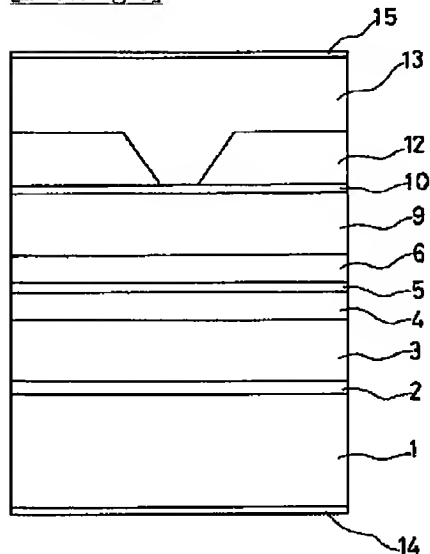


- | | |
|----------------------|---------------------|
| 1: GaAs基板 | 9: p-AlGaInP第3クラッド層 |
| 2: n-GaAs/バッファ層 | 10: p-GaInP層 |
| 3: n-AlGaInP層 | 11: p-GaAs層 |
| 4: n-AlGaInP層活性層近傍部 | 12: n-GaAsブロック層 |
| 5: GaInP活性層 | 13: p-GaAsコンタクト層 |
| 6: p-AlGaInP層活性層近傍部 | 14: n側電極 |
| 7: p-AlGaInP層 | 15: p側電極 |
| 8: p-GaInPエッチングストッパ層 | 19: 第1クラッド層 |
| | 20: 第2クラッド層 |

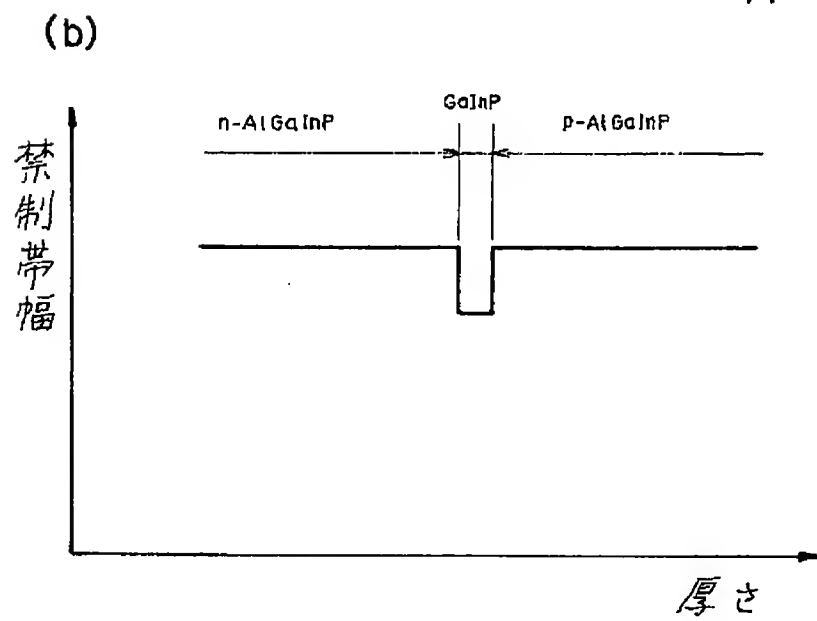
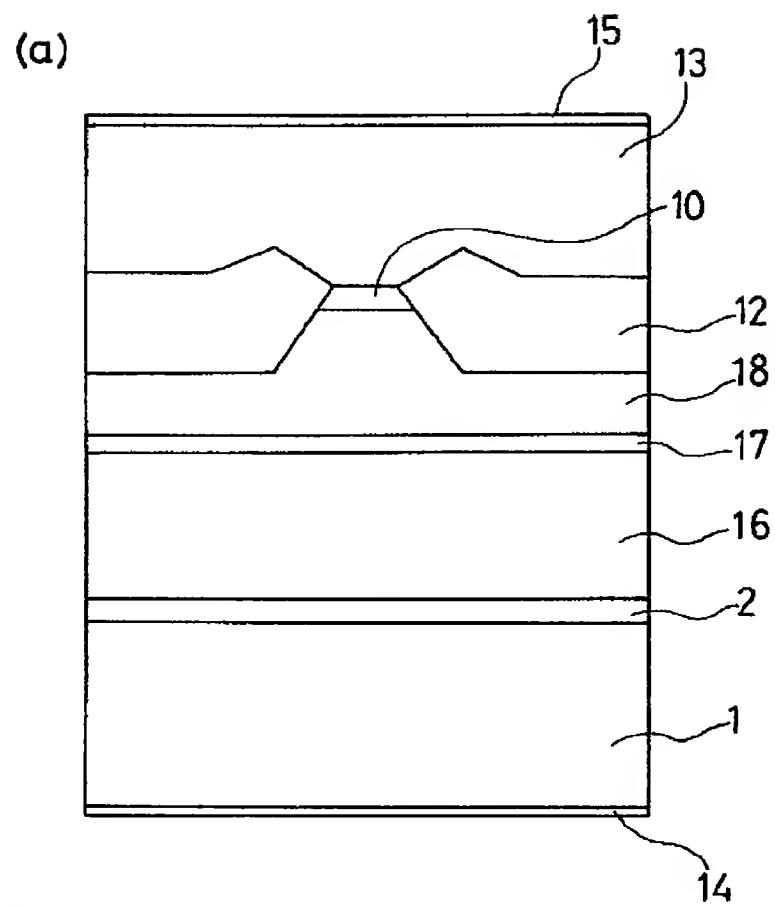
[Drawing 4]



[Drawing 5]



[Drawing 6]



[Translation done.]

- 【構成】 GaInP活性層5の上下をp型及びn型AlGaInPクラッド層19, 20で挟んだダブルヘテロ構造を有するものにおいて、活性層近傍の上記p型、n型クラッド層4, 6の結晶の原子配列が活性層に向かって徐々に秩序化している構造とした。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 GaInP活性層の上下をp型及びn型のAlGaInPクラッド層で挟んだダブルヘテロ構造を有する可視光半導体レーザにおいて、上記活性層近傍の上記p型及びn型クラッド層の原子配列が活性層に向かって徐々に秩序化していることを特徴とする可視光半導体レーザ。

【請求項2】 第1導電型の第1のAlGaInPクラッド層と、該第1のクラッド層上に設けられたGaInP活性層と、該活性層上に設けられた第2導電型の第2のAlGaInPクラッド層とからなるダブルヘテロ構造を有する可視光半導体レーザの製造方法において、上記第1のクラッド層の上記活性層近傍を上記活性層側に向けて徐々に成長温度を低下させて結晶成長し、上記第2のクラッド層の上記活性層近傍を上記活性層側から徐々に成長温度を上昇させて結晶成長することを特徴とする可視光半導体レーザの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は可視光半導体レーザに関し、特に活性層への電流注入効率を向上でき、高出力で発振できる可視光半導体レーザ及びその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 図6(a)は、例えばM. イシカワらにより“InGaAlP トランスパーススタビライズドビジブル レーザ ダイオーズ ファブリケイテッドバイMOCVD セレクティブ グロース”(“InGaAlP Transverse Stabilized Visible Laser Diodes Fabricated by MOCVD Selective Growth”, M. Ishikawa, Y. Ohba, Y. Watanabe, H. Nagasaka, H. Sugawara, Extended Abstracts of the 18th Conference on Solid State Device and Materials, Tokyo, 1986, pp153-156) に示された従来の可視光半導体レーザを示す断面図であり、図において1はn型GaAs基板、2はn型GaAsバッファ層、16はn型AlInP下クラッド層、17はGaInP活性層、18はストライプ状にリッジを形成したp型AlInP上クラッド層、10はp型GaAs層、12は選択成長により形成したn型GaAsブロック層、13はp型GaAsコンタクト層、14はn側電極、15はp側電極である。

【0003】 次に動作について説明する。n型GaAs基板1とコンタクト層13間にpn接合の順方向バイアス電圧が印加されると、電流はブロック層12により狭窄され、ストライプ状に形成されたリッジ部から活性層17へ注入される。注入されたこれらのキャリアはヘテロ接合により活性層17内に閉じ込められて再結合し発光する。さらに、ブロック層12の光の吸収及び電流狭窄により活性層17内の水平方向に屈折率差が生じ、横方向への光の広がり制限される。このような導波路に

より導波される光は、ストライプ状のリッジの奥行き方向に垂直な対向する劈開端面によって構成されるファブリ・ペロー (Fabry-Perot) 型共振器によりレーザ発振に至る。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 従来の可視光半導体レーザは以上のように構成されており、活性層と上下クラッド層の間で格子定数を合わせることが必要であることから、活性層とクラッド層との間が図6(b)に示すようにステップ状のヘテロ接合となっているので、電流注入の効率が悪いなどの問題点があった。

【0005】 AlGaAs系の半導体レーザでは、活性層に近づくにしたがってAlGaAsクラッド層のAl組成比を徐々に変化させて禁制帯幅をコントロールして、活性層近傍のクラッド層がすりばち状のバンドギャップを有する構成とすることにより電流注入の効率を上げるものがある。これは、AlGaAsがAl組成比による格子定数の変化が極めて小さいため、容易に実現可能なものであるが、AlGaInPはAl組成比による格子定数の変化が大きいので、上述の構造による電流注入の効率向上は実現が困難であった。

【0006】 この発明は上記のような問題点を解消するためになされたもので、活性層への電流注入の効率を向上できるとともに、低しきい値化、高出力化及び高信頼化(長寿命化)できる可視光半導体レーザを得ることを目的としており、さらにこのレーザに適した製造方法を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】 この発明に係る可視光半導体レーザは、GaInP活性層の上下をp型及びn型AlGaInPクラッド層で挟んだダブルヘテロ構造を有するものにおいて、活性層近傍の上記p型、n型クラッド層の結晶の原子配列が活性層に向かって徐々に秩序化しているものである。

【0008】 また、この発明に係る可視光半導体レーザの製造方法は、第1導電型の第1のAlGaInPクラッド層と、該第1のクラッド層上に設けられたGaInP活性層と、該活性層上に設けられた第2導電型の第2のAlGaInPクラッド層とからなるダブルヘテロ構造を形成する際に、上記第1のクラッド層の上記活性層近傍を上記活性層側に向けて徐々に成長温度を低下させて結晶成長し、上記第2のクラッド層の上記活性層近傍を上記活性層側から徐々に成長温度を上昇させて結晶成長するようにしたものである。

【0009】

【作用】 この発明における可視光半導体レーザは、GaInP活性層近傍のp型、n型クラッド層の結晶の原子配列が活性層に向かって徐々に秩序化している構成としたから、クラッド層の活性層近傍におけるバンドギャップ構造が活性層に向かって徐々に窪んだすりばち状とな

り、活性層への電流注入効率を向上でき、低しきい値化できる。

【0010】また、この発明における可視光半導体レーザの製造方法は、活性層の下側のクラッド層の活性層近傍を活性層側に向けて徐々に成長温度を低下させて結晶成長し、活性層の上側のクラッド層の活性層近傍を活性層側から徐々に成長温度を上昇させて結晶成長するようにしたから、活性層近傍のクラッド層の結晶の原子配列が活性層に向かって徐々に秩序化した、クラッド層の活性層近傍におけるバンドギャップ構造が活性層に向かって徐々に窪んだすりばち状である、電流注入効率が高く、低しきい値の可視光半導体レーザを作製することができる。また、活性層近傍での成長温度が低いため、クラッド層からの活性層へのドーパントの拡散が低減し、信頼性の高い半導体レーザを作製できる。

【0011】

【実施例】以下、この発明の一実施例を図について説明する。図1は本発明の一実施例による可視光半導体レーザを示す断面図であり、図において、1はn型GaAs基板、2はn型GaAsバッファ層である。3は同一温度で成長した厚さ約1μmのn型AlGaInP層、4は成長温度を徐々に低下させて成長したn型AlGaInP層3と同じ組成の厚さ約0.2μmのn型AlGaInP層であり、これら3、4の層で第1クラッド層19が構成される。5は厚さ約0.05μmのGaInP活性層である。6は成長温度を徐々に上げて成長した厚さ約0.2μmのp型AlGaInP層、7は同一温度で成長した6と同じ組成のp型AlGaInP層であり、これら6、7の層で第2クラッド層20が構成される。8はp型AlGaInP層7と同一温度で成長したp型GaInPエッチングストップ層、9はp型AlGaInP層7と同一温度で成長したp型AlGaInP第3クラッド層である。10はp型GaInPバンド不連続緩和層、11はp型GaAs層、12は選択成長により形成したn型GaAsブロック層、13はp型GaAsコンタクト層、14はn側電極、15はp側電極である。

【0012】次に製造工程について説明する。まず、n型GaAs基板1上にn型GaAsバッファ層2、n型AlGaInP第1クラッド層19、GaInP活性層5、p型AlGaInP第2クラッド層20、p型GaInPエッチングストップ層8、p型AlGaInP第3クラッド層9、p型GaInP層10、及びp型GaAs層11をMOCVD法などの気相成長法あるいはMBE法により順次結晶成長する。

【0013】図3はn型GaAsバッファ層2～p型GaAs層11の結晶成長時の成長温度シーケンスを示す図であり、図において、横軸に時間、縦軸に温度をとっている。まず、成長温度700℃でn型GaAsバッファ層2を成長し、続いて同一温度でn型AlGaInP

第1クラッド層19の活性層近傍以外の部分、即ち、n型AlGaInP層3を成長し、この後成長温度を700℃から650℃に徐々に低下させながらn型AlGaInP第1クラッド層19の活性層近傍部、即ち、n型AlGaInP層4を結晶成長する。AlGaInPやGaInPは低温で結晶成長させることにより原子配列が秩序化し、これにより図2に示すように禁制帯幅が小さくなる。700℃で結晶成長した時と650℃で結晶成長した時とでは図2に示すように50meVの禁制帯幅の差が生ずる。従って、上述のように成長温度を徐々に低下させながら結晶成長することにより、n型AlGaInP第1クラッド層19の活性層近傍部のバンドギャップは活性層に向かって徐々に小さくなるプロファイルを持って形成される。

【0014】n型AlGaInP第1クラッド層19に続いて、成長温度650℃でGaInP活性層5を成長した後、今度は、成長温度を650℃から700℃に徐々に上昇させながら、p型AlGaInP第2クラッド層20の活性層近傍部、即ち、p型AlGaInP層6を結晶成長し、成長温度700℃でp型AlGaInP第2クラッド層20の活性層近傍部以外の部分、即ち、p型AlGaInP層7を成長する。これに続いて、同一温度でp型GaInPエッチングストップ層8、p型AlGaInP第3クラッド層9、p型GaInP層10、及びp型GaAs層11を結晶成長して1回目のエピタキシャル成長工程を終了する。上述のように成長温度を徐々に上昇させながら結晶成長することにより、p型AlGaInP第1クラッド層20の活性層近傍部のバンドギャップは活性層側から徐々に大きくなるプロファイルを持って形成される。

【0015】この後、写真製版及び選択エッチング技術を用いてp型AlGaInP第3クラッド層9、p型GaInP層10、及びp型GaAs層11をリッジ形状に成形し、2回目のエピタキシャル成長工程においてn型GaAsブロック層12を選択成長し、この後、3回目のエピタキシャル成長工程によりp型GaAsコンタクト層を結晶成長する。最後にn側電極14及びp側電極15を蒸着等により形成し、劈開による端面形成工程を経て図1に示す可視光半導体レーザが完成する。

【0016】次に動作について説明する。動作機構は従来の可視光半導体レーザとほぼ同様である。本実施例では、活性層を挟む上下のクラッド層を図3に示すような成長温度シーケンスで成長することにより、活性層近傍部におけるクラッド層の結晶の原子配列を活性層に近いほど秩序化したことにより、図4に示すようなすりばち状の禁制帯幅のプロファイルが得られ、活性層への電流注入の効率が向上し、低しきい値化する。さらに、クラッド層をこのようなすりばち状の禁制帯幅のプロファイルとすることにより、光の閉じ込めが弱まり、活性層内の光密度が低減されるため、高出力化できる。

【0017】また、活性層まわりは比較的低温で成長するため、クラッド層からの活性層へのドーパントの拡散が低減され、活性層の質の低下が抑制され、信頼性の高い可視光半導体レーザを作製することができる。

【0018】さらに、n型GaAsバッファ層や活性層近傍以外のクラッド層を比較的高温で成長できるため、欠陥の少ない結晶性の優れた層が得られるため、信頼性の高い可視光半導体レーザを作製することができる。

【0019】なお、上記実施例では、リッジ型の可視光半導体レーザのものについて示したが、本発明は図5に示すように電極ストライプ型のレーザにも適用することができ、上記実施例と同様の効果を奏する。

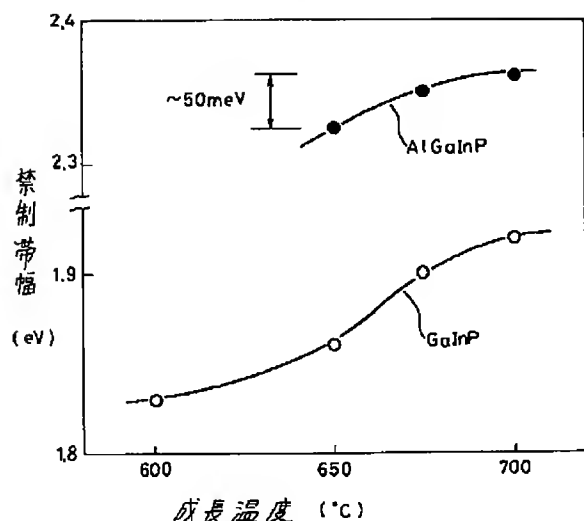
【0020】また、上記実施例では、n型GaAs基板を用いたものについて示したが、p型のGaAs基板を用いてもよく、この場合、上下クラッド層の伝導型は逆になる。

【0021】

【発明の効果】以上のように、この発明によれば、GaInP活性層近傍のp型、n型クラッド層の結晶の原子配列が活性層に向かって徐々に秩序化している構成としたから、クラッド層の活性層近傍におけるバンドギャップ構造が活性層に向かって徐々に窪んだすりばち状となり、活性層への電流注入効率を向上でき、低しきい値化、高出力化できる効果がある。

【0022】また、この発明によれば、活性層の下側のクラッド層の活性層近傍を活性層側に向けて徐々に成長温度を低下させて結晶成長し、活性層の上側のクラッド層の活性層近傍を活性層側から徐々に成長温度を上昇させて結晶成長するようにしたから、活性層近傍のクラッド層の結晶の原子配列が活性層に向かって徐々に秩序化した、クラッド層の活性層近傍におけるバンドギャップ構造が活性層に向かって徐々に窪んだすりばち状である、電流注入効率が高く、低しきい値の可視光半導体レ*

【図2】



*ーザを作製することができ、また、活性層まわりの成長温度を低く成長でき、その他の領域では高温で成長できるため、信頼性の高い半導体レーザを作製できる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明による一実施例による可視光半導体レーザを示す断面図である。

【図2】AlGaInP及びGaInPの結晶成長温度と禁制帯幅の関係を示す図である。

10 【図3】この発明の一実施例による可視光半導体レーザの製造における結晶成長工程の成長温度シーケンスの一例を示す図である。

【図4】この発明の一実施例による可視光半導体レーザの活性層近傍の禁制帯幅のプロファイルを示す図である。

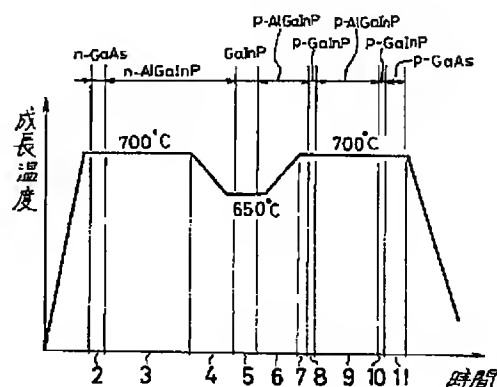
【図5】この発明の他の実施例による可視光半導体レーザを示す断面図である。

【図6】従来の可視光半導体レーザ及びその活性層近傍の禁制帯幅のプロファイルを示す図である。

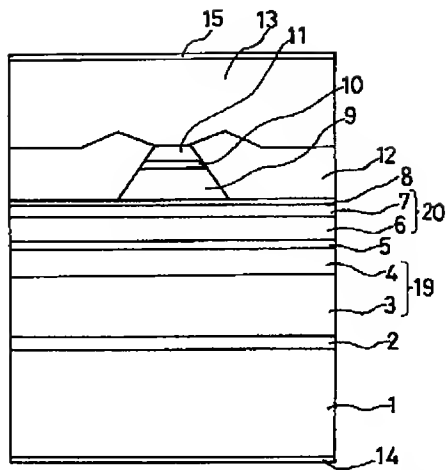
【符号の説明】

- 1 n型GaAs基板
- 2 n型GaAsバッファ層
- 3 n型AlGaInP層
- 4 成長温度を徐々に低下させて形成したn型AlGaInP層
- 5 GaInP活性層
- 6 成長温度を徐々に上昇させて形成したp型AlGaInP層
- 7 p型AlGaInP層
- 9 p型AlGaInP第3クラッド層
- 19 第1クラッド層
- 20 第2クラッド層

【図3】

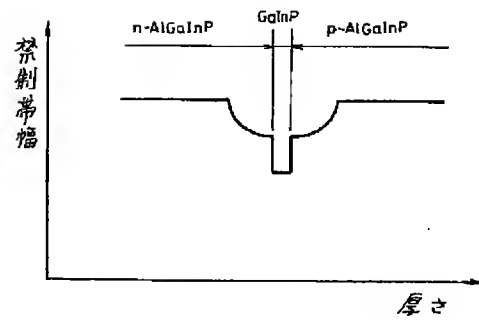


【図1】

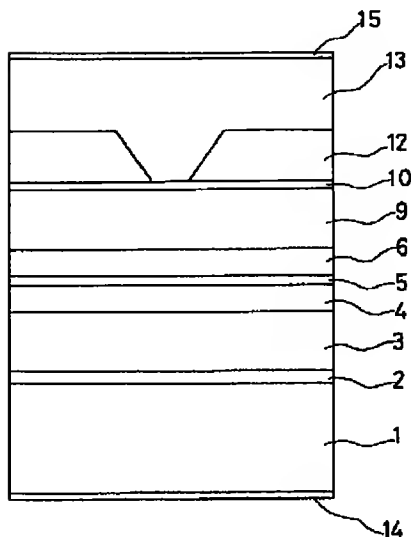


- | | |
|----------------------|---------------------|
| 1: GaAs基板 | 9: P-AlGaInP第3クラッド層 |
| 2: n-GaAs/バッファ層 | 10: P-GaInP層 |
| 3: n-AlGaInP層 | 11: P-GaAs層 |
| 4: n-AlGaInP層活性層近傍部 | 12: n-GaAsブロック層 |
| 5: GaInP活性層 | 13: p-GaAsインタフェース層 |
| 6: P-AlGaInP層活性層近傍部 | 14: n側電極 |
| 7: P-AlGaInP層 | 15: p側電極 |
| 8: P-GaInPエッチングストップ層 | 19: 第1クラッド層 |
| | 20: 第2クラッド層 |

【図4】



【図5】



【図6】

